

References

- FOSTER, J. B. (1965): Mortality and aging of black rhinoceros in East Tsavo Park, Kenya. *E. Afr. Wildlife Journal*, 3, 118—9.
- MERTENS, R. (1966): Zur Typenterminologie und Nomenklatur einiger Nashörner der Gattung *Diceros*. *Zool. Garten (N. F.)* 32, 3, 116—7.
- ZUKOWSKY, L. (1964): Die Systematik der Gattung *Diceros* Gray, 1821. *Zool. Garten (N. F.)* 30, 1—2, 1—178.

Author's address: COLIN P. GROVES, Anthropology Department, University of California, Berkeley, Calif. 94720, USA.

Die Entwicklung des Brustbeinkammes bei den Fledermäusen

Von MILAN KLÍMA

Aus dem Dr. Senckenbergischen Anatomischen Institut der Universität Frankfurt am Main

Direktor: Professor Dr. D. Starck

und aus dem Institut für Wirbeltierforschung der ČSAV in Brno

Direktor: Professor Dr. J. Kratochvíl

Eingang des Ms. 6. 2. 1967

Die Fledermäuse besitzen, als die einzigen Säugetiere, einen ausgeprägten Brustbeinkamm, der dem der Vögel ähnelt (Abb. 1). Die Ausbildung des Brustbeinkammes hängt zweifellos mit dem Fliegen zusammen, denn er dient als Ursprungsfläche für die mächtigen Flugmuskeln der *Musculus-pectoralis*-Gruppe. Über die Entstehung und

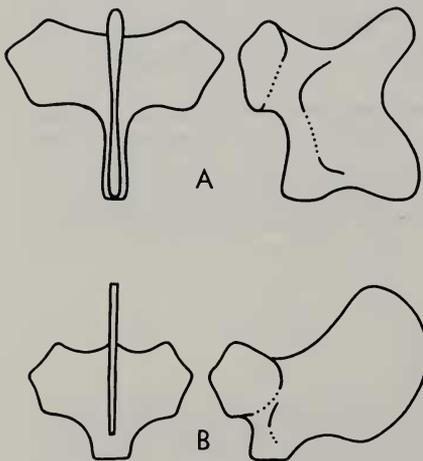


Abb. 1. Manubrium sterni mit Brustbeinkamm bei *Rousettus angolensis* (A) und *Miniopterus schreibersi* (B). Links ist die Ventralansicht, rechts die Lateralansicht dargestellt

Formung dieses funktions-, und wie man sehen wird, auch evolutionswichtigen Organs bei den Fledermäusen, ist bisher noch nichts bekannt. Wir hatten die Möglichkeit, die Embryogenese des Brustbeins meist bei fortlaufenden Embryonenserien an zahlreichem Material zu untersuchen. Die vergleichend-anatomischen und embryologischen Untersuchungen der Fledermäuse sind nicht nur von morphologischem, sondern auch von evolutionstheoretischem Interesse, wie dies einige ausführliche Arbeiten klar demonstrieren (SITT, 1943; STARCK, 1943; FRICK, 1954; SCHNEIDER, 1957). Die vorliegende kurze Mitteilung will diese außerordentliche Bedeutung der Chiroptera unterstreichen und auf einige neue, unbekannte Entwicklungsvorgänge des Säugetiersternums hinweisen, denn diese sind immer noch unzureichend bekannt, wie aus verschiedenen Arbeiten hervorgeht (GEGENBAUR, 1864; RUGE, 1880; GOETTE, 1887; CARWARDINE, 1893; EGGE-

LING, 1904; MÜLLER, 1906; ÖHNGREN, 1919; DAWSON, 1925; GLADSTONE und WAKELEY, 1932; COBB, 1937; REITER, 1942; CHEN, 1952a, 1952b, 1953; SENO, 1961).

Für meine Untersuchungen in dem Dr. Senckenbergischen Anatomischen Institut erhielt ich eine Unterstützung des Deutschen Akademischen Austauschdienstes, für die ich an dieser Stelle bestens danke.

Material und Methode

Das untersuchte Material der Fledermausembryonen stammt aus der Sammlung des Dr. Senckenbergischen Anatomischen Instituts in Frankfurt am Main und aus der Sammlung des Instituts für Wirbeltierforschung der ČSAV in Brno. Für die Beschaffung und Überlassung des Materials danke ich den Herren Prof. Dr. D. STARCK und Dr. H. FELTEN. Die Embryonen wurden mit den üblichen histologischen Methoden in Schnittserien, meistens in Querrichtung, bearbeitet. Die Färbung erfolgte entweder mit Haematoxylin-Eosin oder mit Azan. Es wurden Schnittserien folgender Embryonen untersucht:

Megachiroptera

Pteropodidae

Rousettus leschenaulti (Desmarest, 1820), Embr. 20 mm? (Material: Anat. Inst. Frankfurt/M.)

Casinycteris argynnis Thomas, 1910, Embr. 35 mm? (Material: Anat. Inst. Frankfurt/M.)

Microchiroptera

Rhinolophidae

Rhinolophus hipposideros (Bechstein, 1800), Embr. 7, 7, 7, 9, 10, 15, 17 mm (Material: Anat. Inst. Frankfurt/M.) und 6, 7, 7, 8, 9, 9, 10, 12 mm (Material Inst. Wirbeltierforsch. Brno).

Phyllostomidae

Glossophaga soricina (Pallas, 1766), Embr. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 19 mm (Material: Anat. Inst. Frankfurt/M.).

Phyllostomus discolor (Wagner, 1843), Embr. 30 mm (Material: Anat. Inst. Frankfurt/M.).

Desmodontidae

Desmodus rotundus (E. Geoffroy, 1810), Embr. 12, 14, 16, 18, 21, 30, 34 mm (Material: Anat. Inst. Frankfurt/M.).

Vespertilionidae

Myotis myotis (Borkhausen, 1797), Embr. 6.5, 8, 9, 9, 10, 11, 12, 12, 12, 13, 13, 14, 15, 16, 18.3, 19 mm (Material: Anat. Inst. Frankfurt/M.) und 4, 6, 9, 11, 11, 12.5, 13, 14, 16, 17, 19 mm (Material: Inst. Wirbeltierforsch. Brno).

Myotis capaccini (Bonaparte, 1837), Embr. 9, 10 mm (Material: Anat. Inst. Frankfurt/M.).

Plecotus austriacus (Fischer, 1829), Embr. 4.5, 5.5, 6, 7, 7.5, 8, 9, 10 mm (Material: Inst. Wirbeltierforsch. Brno).

Miniopterus schreibersi (Kuhl, 1819), Embr. 7.5, 9 mm (Material: Anat. Inst. Frankfurt/M.), und 8, 9, 12, 13.5, 15 mm (Material: Inst. Wirbeltierforsch. Brno).

Befunde

Das Brustbein aller untersuchten Fledermäuse entsteht embryonal aus zwei Mesenchymalleisten ventral der Rippenanlagen. Die Leisten schieben sich im weiteren Entwick-

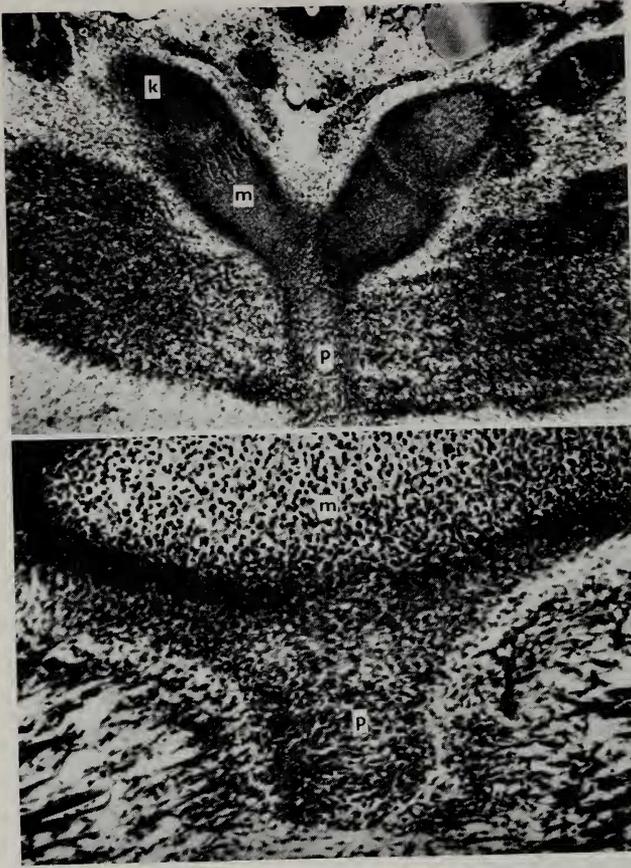


Abb. 2 (oben). *Plecotus austriacus*, Embryo 8 mm (75x). Querschnitt durch die paarige Anlage des Manubriums sterni (m) und die primäre unpaare Ventralanlage des Brustbeinkammes (p). Lateral sieht man die an das Sternum angeschlossenen Schlüsselbeine (k). — Abb. 3 (unten). *Myotis myotis*, Embryo 13 mm (200x). Querschnitt durch das Manubrium sterni (m) mit der primären Anlage (p) des Brustbeinkammes

lungsverlauf medioventralwärts, bis es zu ihrer Verschmelzung kommt, und zwar zuerst im kranialen Bereich, wo sich das Manubrium differenziert. An der Entwicklung des Manubriums beteiligen sich Blasteme aus drei verschiedenen Ursprüngen: 1. Die paarige Anlage der Sternalleisten, 2. die paarige Anlage ventral der Schlüsselbeine und 3. die unpaarige Ventralanlage. Das letztgenannte Gebilde stellt die Anlage des künftigen Brustbeinkammes vor. Der Entwicklungsverlauf kann aber bei verschiedenen Fledermausarten verschieden sein. Es wurden folgende fünf Modifikationen festgestellt:

1. Der Brustbeinkamm entsteht ausschließlich aus dem prochondralen Blastem der Ventralanlage (Vespertilionidae: *Myotis myotis*, Embryonen 10–17 mm, *Myotis capaccini*, Embryonen 9–10 mm, *Plecotus austriacus*, Embryonen 8–10 mm, *Miniopterus schreibersi*, Embryonen 8–15 mm).

Bei den erwachsenen Formen ist der Brustbeinkamm als großes knorpelartiges Gebilde entwickelt. Abb. 2 und 3.

2. An die prochondrale Ventralanlage schließt sich noch am äußeren Rand ein breites bindegewebiges Septum an (*Pteropidae*: *Rousettus leschenaulti*, Embryo 20 mm, *Casinycteris argynnis*, Embryo 35 mm?). Bei den erwachsenen Formen ist der Brustbeinkamm als großes flaches knorpelartiges Gebilde entwickelt. Abb. 4 und 5.
3. Die prochondrale Ventralanlage ist zwar noch deutlich erhalten, der Hauptteil des Brustbeinkammes besteht aber aus dem bindegewebigen Septum (*Desmodontidae*: *Desmodus rotundus*, Embryonen 12–21 mm). Die erwachsenen Formen besitzen einen schmalen knorpelartigen Brustbeinkamm, wobei die Hauptaufgabe der Ursprungsfläche für die Muskeln das bindegewebige Septum übernimmt. Abb. 6 und 7.
4. Die ursprüngliche prochondrale Ventralanlage ist kaum noch nachweisbar. Der

Brustbeinkamm entsteht größtenteils aus dem sekundären Septum, welches sich sehr bald als selbständiges prochondrales Gewebe differenziert (*Phyllostomidae*: *Glossophaga soricina*, Embryonen 8–15 mm). Die erwachsenen Formen besitzen einen langen stabförmigen knorpeligen Brustbeinkamm, sonst bedeutet aber das bindegewebige Septum die wichtigste Ursprungsfläche für die Muskeln. Abb. 8 und 9.

5. Die ursprüngliche prochondrale Ventralanlage ist zu einem winzigen Rest des verdickten Mesenchyms reduziert, wobei das bindegewebige Septum die Aufgabe des Brustbeinkammes ganz übernimmt (*Rhinolophidae*: *Rhinolophus hipposideros*, Embryonen 8–15 mm). Den erwachsenen Tieren fehlt ein knorpeliger Brustbeinkamm, der nur als winziger Knorren erhalten ist. Als Ursprungsfläche dient das bindegewebige Septum.

Diese Folgenreihe ist nach dem Anteil zusammengestellt, den die verschiedenen Anlagen an dem Aufbau des Brustbeinkammes nehmen. Sie soll keineswegs als Evolutionsreihe betrachtet werden. Auch die hier erwähnten Familienbezeichnungen sind nur als Sammelbegriff für die untersuchten Arten zu verstehen und man kann ihnen keine allgemein geltende Bedeutung zuschreiben.

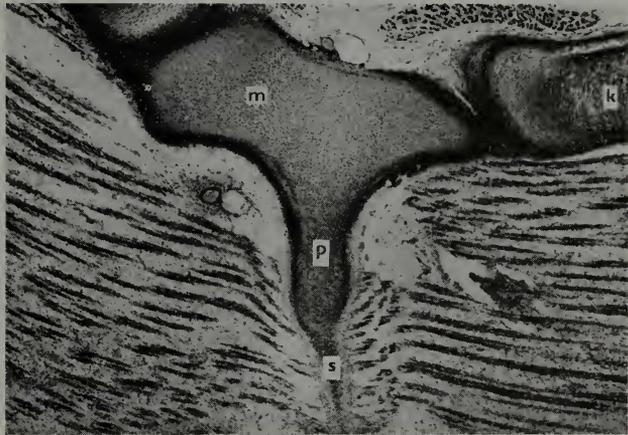


Abb. 4. *Rousettus leschenaulti*, Embryo 20 mm? (45x). Querschnitt durch das Manubrium sterni (m) mit der primären (p) und sekundären (s) Anlage des Brustbeinkammes. Lateral sieht man die Schlüsselbeine (k)

Diskussion

An dem Aufbau des Brustbeinkammes kann sich also einerseits die primäre prochondrale Ventralanlage, andererseits die sekundäre, meist bindegewebige äußere Anlage beteiligen. Der Anteil dieser beiden Anlagen kann bei verschiedenen Fledermausarten bzw. Familien ganz verschieden sein (Abb. 10). Eine klare Abhängigkeit von der Funktion läßt sich dabei nicht erkennen (siehe verschiedene Arbeiten über die Flugmechanik und Lebensweise der untersuchten Fledermausarten oder -gattungen, wie REVILLIOD, 1916; SPILLMANN, 1925; EISENTRAUT, 1936; FELTEN, 1956a, 1956b; GAISLER, 1959; VAUGHAN, 1959; KLÍMA, 1966). Z. B. kann bei zum dauernden Flug vorzüglich angepaßten, bzw. mit einer außerordentlich mächtigen Flugmuskulatur ausgestatteten Arten (*Glossophaga soricina*, *Miniopterus schreibersi*), welche aber verwandtschaftlich ganz entfernt sind, der Brustbeinkamm auf ganz verschiedene Weise entstehen. Andererseits kann sich bei den nah verwandten Arten (*Plecotus austriacus*, *Miniopterus schreibersi*) mit einer ganz verschiedenen Flugmechanik, bzw. mit proportionsverschieden gebauter Flugmuskulatur, der Brustbeinkamm auf die gleiche Weise entwickeln. Das weist darauf hin, daß sich der Entwicklungsmodus des Brustbeinkammes während der Evolution der einzelnen systematischen Gruppen der Fledermäuse auf eine arteigene Weise stabilisiert hat. Um denselben Funktionseffekt zu erreichen, können dabei die beiden Grundbauelemente in verschiedenen Modifikationen zusammengefügt sein.

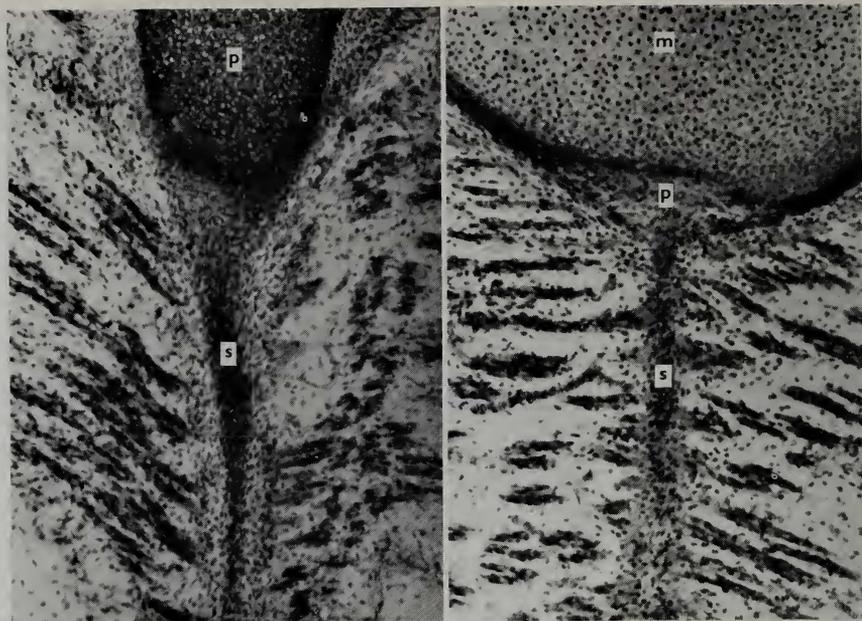


Abb. 5 (links). *Rousettus leschenaulti*, Embryo 20 mm? (180x). Querschnitt durch die primäre (p) und sekundäre (s) Anlage des Brustbeinkammes. — Abb. 6 (rechts). *Desmodus rotundus*, Embryo 14 mm (180x). Querschnitt durch das Manubrium sterni (m) mit einem Rudiment der primären Anlage (p) und mit der sekundären Anlage (s) des Brustbeinkammes

In analoger Weise bildet sich der Brustbeinkamm bei den Vögeln, und zwar aus einer unpaaren prochondralen Ventralanlage aus. Diese entspricht topographisch und im Entwicklungsgang der primären prochondralen Ventralanlage des Brustbeinkammes bei den Fledermäusen. Ob diese beiden Elemente homolog sind, kann man vorläufig noch nicht beurteilen. Eine sekundäre bindegewebige Anlage wurde bei den Vögeln nicht festgestellt (FELL, 1939; KLÍMA, 1962, 1964).



Abb. 7. *Desmodus rotundus*, Embryo 14 mm (720x). Detailansicht der sekundären Anlage des Brustbeinkammes

Dagegen kann man aber die primäre Ventralanlage des Brustbeinkammes bei den Fledermäusen dem ventralen Gebilde gleichsetzen, das während der Embryogenese bei manchen Säugetieren vorkommt.

Wie schon oben gesagt wurde, beteiligen sich an der Entwicklung des Manubriums der Säugetiere außer den paarigen Sternalleisten noch weitere Blasteme im medianen Bereich. Obwohl es sich eigentlich um zwei verschiedene Blasteme han-

delt, bilden sich diese in einem so engen Zusammenhang, daß sie manchmal für ein einziges Gebilde gehalten und komplex als Suprasternalstücke (RUGE, 1880) oder Episternalgebilde (MÜLLER, 1906) bezeichnet wurden. In gewissen Entwicklungsstadien kann man aber erkennen, daß die Mediananlage sich aus zwei verschiedenen Anteilen zusammensetzt. In diesem Fall wird die Bezeichnung supraster-nale Gebilde nur für den ersten verwendet, und zwar für die paarige Anlage ventral der Schlüsselbeine (EGGELING, 1904; REITER, 1942). Diese suprasternalen Gebilde treten regelmäßig als gewissermaßen selbständig nur während der Frühentwicklung auf. Später verschmelzen sie ganz mit den Kranialrändern des Manubriums zu einem einzigen Knorpelstück. Nur ausnahmsweise sind sie auch bei den erwachsenen Formen als rudimentäre Ossa supraster-nalia vorhanden, wie es beim Menschen und bei einigen anderen Primaten

festgestellt wurde (COBB, 1937; SCHULTZ, 1944; ASHLEY, 1955).

Der zweite Teil der medianen Blastemverdichtung ist die unpaare Ventralanlage, welche manchmal als der praecostale Fortsatz bezeichnet wird (EGGELING, 1904; REITER, 1942). Eben diese Ventralanlage bildet den primären Anteil des Brustbeinkammes der Fledermäuse. Bei den anderen Säugetieren verschmilzt später dieses Gebilde, falls es überhaupt embryonal entwickelt ist, ganz mit den Sternalleisten. Bei erwachsenen Tieren ist es nicht einmal in rudimentärer Form nachweisbar. Es wurde bis jetzt bei folgenden Säugerordnungen festgestellt: Marsupialia (EGGELING, 1906; ÖHNGREN, 1919) Insectivora (ÖHNGREN, 1919, eigene Befunde), Dermoptera (eigene Befunde) Primates-Homo (RUGE, 1880; EGGELING, 1904; REITER, 1942, eigene Befunde¹)

¹ Diese unpaare selbständige Ventralanlage wurde in einer ausgeprägten, bisher noch nicht beschriebenen Form, bei menschlichen Embryonen von 17, 21 und 27 mm Sch.-St.-L. festgestellt (Material aus der Sammlung des Dr. Senckenbergischen Anatomischen Instituts in Frankfurt/M.).

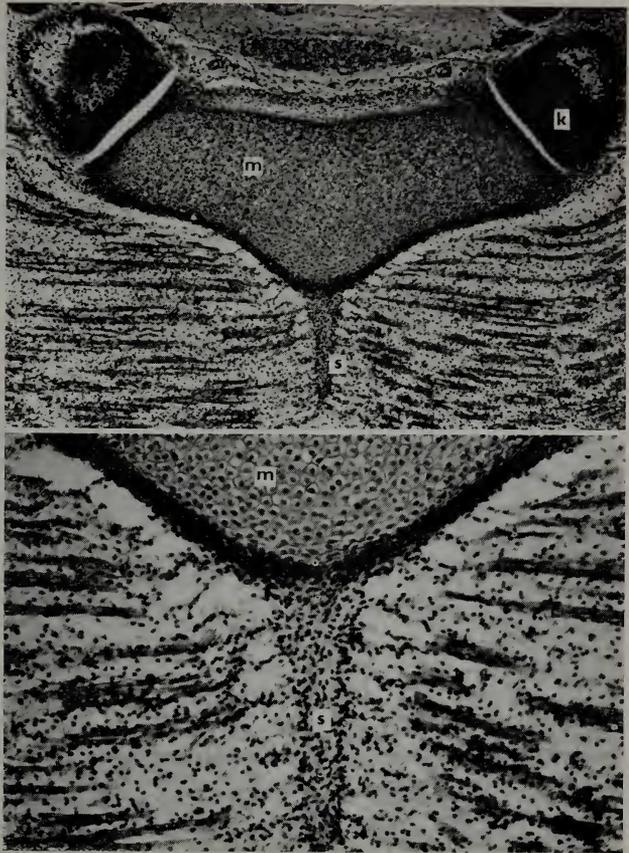


Abb. 8 (oben). *Glossophaga soricina*, Embryo 11 mm (75x). Querschnitt durch das Manubrium sterni (m). Die primäre Ventralanlage ist mit dem Gewebe des Manubriums vollkommen verschmolzen, und nur die sekundäre (s) Anlage des Brustbeinkammes ist sichtbar. Lateral sieht man die Schlüsselbeine (k). — Abb. 9 (unten). *Glossophaga soricina*, Embryo 11 mm (200x). Querschnitt durch das Manubrium sterni (m) und durch die sekundäre (s) Anlage des Brustbeinkammes

und Rodentia? (ÖHNGREN, 1919; GLADSTONE und WAKELEY, 1932). Zwar wurde es nicht immer als selbständige Anlage erkannt und beschrieben, sondern manchmal zu den suprasternalen Gebilden gezählt. Sehr wahrscheinlich kommt dieses Gebilde auch während der Frühentwicklung anderer Säugetiere vor. Die bisherigen Kenntnisse in dieser Richtung sind leider unzureichend. Feststeht, daß dieses Gebilde bei den primitiven Marsupialiern und weiterhin bei den Ordnungen Insectivora, Dermoptera, Chiroptera und Primates vorhanden ist, die einander nach den heutigen Ansichten verwandtschaftlich nahe stehen. Das weist darauf hin, daß es sich um homologe Gebilde handelt, die einerseits bei erwachsenen Formen vorhanden und zu einer Funktion notwendig (Chiroptera) andererseits aber nur während der Ontogenese kurze Zeit nachzuweisen sind (Insectivora, Primates).

Offen bleibt die Frage nach der Homologisierung dieses Ventralgebildes mit entsprechenden Strukturen bei den niederen Wirbeltieren. Am häufigsten wurde dieses Gebilde zusammen mit den suprasternalen Gebilden für einen Rest des Episternums gehalten (GEGENBAUR, 1864; RUGE, 1880; MÜLLER, 1906), oder aus der Clavicula abgeleitet (GOETTE, 1887; DAWSON, 1925). Das Episternum der Amphibien und der Reptilien und auch die Clavicula sind aber dermale Elemente, die in der Embryonalentwicklung nicht erst knorpelig angelegt werden. Deshalb wurde später eine andere Ableitung gefordert, und zwar die von den verschiedenen Coracoidelementen, besonders vom Procoracoid (CARWARDINE, 1893; REITER, 1942), oder Epicoracoid (ÖHNGREN, 1919; COBB, 1937). Diese Ansichten sind schon eher begründet, können aber nur den Ursprung der paarigen suprasternalen Gebilde und nicht der unpaaren Ventralanlage erklären. Über diese Frage spricht sich nur REITER (1942) aus, der die Ventralanlage „mit dem primordialen Prosterneum niederer Tierklassen“ verglich. Es ist leider bis heute noch nicht ganz klar, in welcher Entwicklungsbeziehung das Prosterneum der Reptilien zum Manubrium der Säugetiere steht. Besonders die Verhältnisse bei den fossilen Therapsiden, von welchen wir den Ursprung der Säugetiere ableiten, sind praktisch unbekannt.

Unserer Meinung nach, kann man die Frage nach der Homologie der unpaaren Ven-

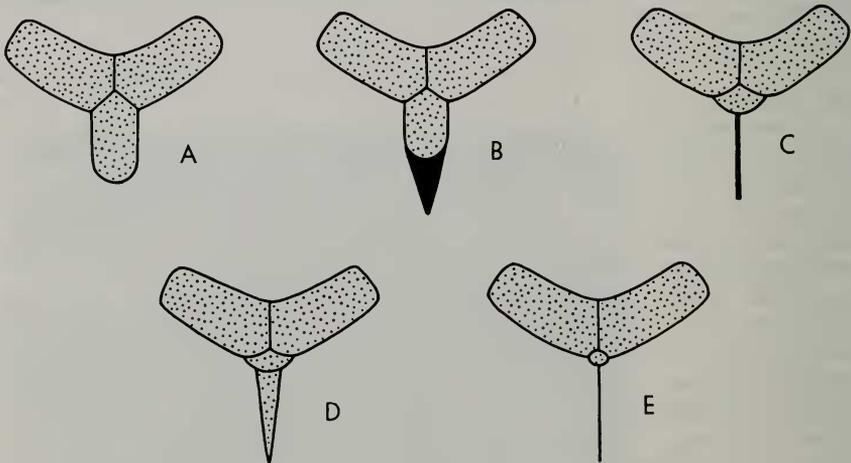


Abb. 10. Schematische Darstellung der Entwicklung des Brustbeinkammes bei Vespertilionidae: *Myotis myotis* (A), Pteropidae: *Rousettus leschenaulti* (B), Desmodontidae: *Desmodus rotundus* (C), Phyllostomidae: *Glossophaga soricina* (D) und Rhinolophidae: *Rhinolophus hipposideros* (E). Querschnitt durch die paarige Anlage des Manubriums sterni (m), unpaare primäre Ventralanlage (p) und unpaare sekundäre Anlage (s) des Brustbeinkammes. Punktiert sind die knorpeligen, schwarz die bindegewebigen Teile dargestellt

tralanlage nicht ganz einwandfrei beantworten. Man muß sich mit der Feststellung bescheiden, daß in dem medialen Blastem, welches zum Aufbau des Manubriums bei den Säugetieren ausgenützt wird, wahrscheinlich die Materialreste der ursprünglichen Coracoidelemente und des Prosternums der niederen Wirbeltiere enthalten sind. Es kann sich dabei um ein neues Gebilde handeln, ähnlich, wie sich das mannigfaltige Omosternum der spezialisierten Anuren entwickelt hat, zu welchem auch keine Homologie zu finden ist. Wie dieses Gebilde bei den unmittelbaren Säugervorfahren aussah und ob es eine gewisse Funktion hatte, kann man heute nicht sagen. Das Vorkommen dieses Gebildes mußte aber nicht funktionsbedingt sein, wie z. B. sein verschiedenes Vorkommen, entweder Vollentwicklung, oder nur rudimentäre Entwicklung, bei den rezenten Fledermäusen zeigt.

Zusammenfassung

Es wurde erstmals die Entstehung und Entwicklung des Brustbeinkammes bei den Fledermäusen (Chiroptera) beschrieben. An dem Aufbau des Brustbeinkammes beteiligt sich einerseits die primäre prochondrale Ventralanlage, andererseits die sekundäre, meist bindegewebige äußere Anlage. Um denselben Funktionseffekt zu erreichen, können dabei die beiden Grundbauelemente in verschiedenen Modifikationen zusammengefügt sein. Der Entwicklungsmodus des Brustbeinkammes stabilisierte sich während der Evolution der einzelnen systematischen Gruppen der Fledermäuse auf eine arteigene Weise. Die primäre prochondrale Ventralanlage ist aus der Embryogenese einiger anderer Säugetiere (z. B. Marsupialia, Insectivora, Dermoptera, Primates) als Rudiment bekannt. Es handelt sich bei den Säugetieren zweifellos um eine homologe Bildung, obwohl sich keine Abhängigkeit von der Funktion erkennen läßt. Die Frage nach der Homologie der Ventralanlage bei den niederen Wirbeltierformen bleibt aber bisher unklar.

Summary

The origin and development of crista sterni in bats (Chiroptera) is described here for the first time. In the formation of crista sterni participate both a primary unpaired chondroblastematous rudiment and a secondary, usually ligamentous rudiment. In different species, the participation of both these rudiments may be different, without there being any functional correlation. To achieve the same functional effect, both elements may be utilized in various modifications. Therein, the origin and development of crista sterni became stabilized, during evolution, in certain ways proper to different systematic groups of the order. The primary chondroblastematous rudiment is known in vestigial form from the embryogenesis of certain other mammals (Marsupialia, Insectivora, Dermoptera, Primates). Beyond doubt, it is a structure homologous in mammals. The problem of a homologous structure in lower vertebrates remains open to discussion for the time being.

Literatur

- ASHLEY, G. T. (1955): Supra-sternal ossicles in primates other than man: some isolated cases in gorilla and chimpanzee. *Nature* 176, 608—609.
- CARWADINE, T. (1893): *J. Anat. Physiol.* 27, 232 (nach Ashley).
- CHEN, J. M. (1952a): Studies on the morphogenesis of the mouse sternum. I. Normal embryonic development. *J. Anat.* 86, 373—386.
- (1952b): Studies on the morphogenesis of the mouse sternum. II. Experiments on the origin of the sternum and its capacity for self-differentiation in vitro. *J. Anat.* 86, 387—401.
- (1953): Studies on the morphogenesis of the mouse sternum. III. Experiments on the closure and segmentation of the sternal bands. *J. Anat.* 87, 130—149.
- COBB, W. M. (1937): The ossa suprasternalia in whites and American negroes and the form of the superior border of the manubrium sterni. *J. Anat.* 71, 245—291.
- DAWSON, A. B. (1925): The ossicle at the sternal end of the clavicle in the albino rat; the homologue of the sternal epiphysis of the clavicle in man. *Anat. Record* 30, 205—210.
- EGGELING, H. (1904): Zur Morphologie des Manubrium sterni. *Denkschr. med.-naturw. Ges. Jena* 11, (Festschr. f. HAECKEL), 59—114.
- (1906): Clavicula, Praeclavium, Halsrippen und Manubrium sterni. *Berichtigung und Zusammenfassung. Anat. Anz.* 29, 99—110.
- EISENTRAUT, M. (1936): Beitrag zur Mechanik des Fledermausfluges. *Zeitschr. wiss. Zoologie* 148, 159—188.

- FELL, H. B. (1939): The origin and developmental mechanics of the avian sternum. *Phil. Trans. Roy Soc. London* 229, 407—463.
- FELTEN, H. (1965 a): Fledermäuse (Mammalia, Chiroptera) aus El Salvador. Teil 3. *Senckenberg. biol.* 37, 179—212.
- (1956 b): Fledermäuse (Mammalia, Chiroptera) aus El Salvador. Teil 4. *Senckenberg. biol.* 37, 341—367.
- FRICK, H. (1954): Die Entwicklung und die Morphologie des Chondrokraniums von *Myotis* Kaup. G. Thieme Verlag, Stuttgart, 1—102.
- GAISLER, J. (1959): Beitrag zum vergleichenden Studium des Flugapparates der Fledermäuse (Microchiroptera). *Folia zool.* 8, 37—62.
- GEGENBAUR, C. (1846): Über die episternalen Skeletteile und ihr Vorkommen bei den Säugetieren und beim Menschen. *Jenaische Zeitschr. Med. u. Naturw.* Bd. 1.
- GLADSTONE, R. J., and WAKELEY, C. P. G. (1932): The morphology of the sternum and its relation to the ribs. *J. Anat. Physiol.* 66, 508—564.
- GOETTE, A. (1887): Beiträge zur vergleichenden Morphologie des Skelettsystems der Wirbeltiere. I. Über Brustbein und den Schultergürtel. *Arch. mikr. Anat.* 14.
- KLÍMA, M. (1962): The morphogenesis of the avian sternum. *Acta Acad. sc. Českoslov. bas. Brunensis* 34, 151—194.
- (1964): Die Entstehung und Formung der Crista sterni bei Vögeln. *Zool. Anz.* 172, 395 bis 402.
- (1966): Certain analogies in the formation of flying organs in birds and bats. *Lynx* 6, 99—105.
- MÜLLER, CH. (1906): Zur Entwicklung des menschlichen Brustkorbes. *Gegenbaur's Morphol. Jb.* 35, 591—696.
- ÖHNGREN, S. (1919): Über die sog. Episternalbildungen bei den Säugetieren. *Anat. Anz.* 52, 161—187.
- REITER, A. (1942): Die Frühentwicklung des Brustkorbes und des Brustbeins beim Menschen. *Z. Anat.* 111, 672—722.
- REVILLIOD, P. (1916): A propos de l'adaptation au vol chez les Microchiroptères. *Verhandl. d. Naturforsch. Ges. Basel* 27, 156—183.
- RUGE, G. (1880): Untersuchungen über Entwicklungsvorgänge am Brustbein und an der Sternoclaviculärverbindung des Menschen. *Gegenbaur's Morphol. Jb.* 6, 362—414.
- SCHNEIDER, R. (1957): Morphologische Untersuchungen am Gehirn der Chiroptera (Mammalia). *Abh. Senckenberg. naturf. Ges.* 495, 1—92.
- SCHULTZ, A. H. (1944): Age changes and variability in gibbons. A morphological study on a population sample of a man-like ape. *Amer. J. Phys. Anthropol. n. s.* 2, 1—129.
- SENO, T. (1961): The origin and evolution of the sternum. *Anat. Anz.* 110, 97—101.
- SITT, W. (1943): Zur Morphologie des Primordialcraniums und des Osteocraniums eines Embryos von *Rhinolophus rouxii* von 15 mm Scheitel-Steiß-Länge. *Morph. Jb.* 88, 268 bis 342.
- SPILLMANN, F. (1925): Beiträge zur Kenntnis des Fluges der Fledermäuse und der ontogenetischen Entwicklung ihrer Flugapparate. *Acta zool., Stockholm*, 6, 217—222.
- STARCK, D. (1943): Das Chondrocranium von *Pteropus semindus*. *Z. Anat.* 112, 588—633.
- VAUGHAN, T. A. (1959): Functional morphology of three bats: *Eumops*, *Myotis*, *Macrotus*. *Univ. of Kansas Publications, Mus. Nat. Hist.* 12, 1—153.

Anschrift des Verfassers: Dr. MILAN KLÍMA CSc., Institut für Wirbeltierforschung der ČSAV, Drobného 28, Brno, Tschechoslowakei.